

Emne: Sådan læses en vandanalyse - fra 1. januar 2002

Af civilingeniør Annelise Petersen, R. Dons' Vandanalytiske Laboratorium

Min første artikel om, hvordan en vandanalyse læses, blev bragt i det første nummer af Vandposten. Det var i 1973. Artiklen er løbende blevet revideret i takt med, at ny lovgivning er kommet til. Nu er den nye bekendtgørelse nr. 1449 af 11. december 2007, "[Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg](#)", trådt i kraft, og jeg har derfor igen opdateret den gamle artikel. Tidligere var vandkvalitetskravene opdelt i "vejledende værdi" og "højst tilladelig værdi", nu er der kun én grænseværdi, kaldet "vandkvalitetskrav". Til gengæld kan der være forskellige værdier gældende for afgang fra vandværk og på ledningsnet ved indgang til ejendom samt ved forbrugers taphane. Sidstnævnte er dog fortsat uden for vandværkets ansvarsområde og vil ikke blive omtalt i det følgende.

Drikkevandets hovedbestanddele

Farvetal

Et højt farvetal er udtryk for, at vandet ikke er farveløst, men mere eller mindre gulligt. Denne gulfarvning skyldes som regel et højt indhold af organisk stof - humus - og vil derfor også blive konstateret senere i analysen ved en høj NVOC-værdi.
Afgang, værk: Max. 5 mg Pt/l, dog kan 10 mg Pt/l tillades, hvis farven skyldes humus.
Ledningsnet: Max. 15 mg Pt/l.

Turbiditet

Ordet turbiditet kan på dansk kaldes uklarhed og måles i enheden FTU = Formazin Turbidity Units, der refererer til nogle standardopløsninger med formazin. Høj turbiditet betyder, at vandet er uklart. Uklarhed kan måske ikke umiddelbart registreres med det blotte øje, da det kan dreje sig om fine partikler - kolloider. Hvis det behandlede vand har for højt jern- eller manganindhold, vil det også registreres som forhøjet turbiditet.

Afgang, værk: Max. 0,3 FTU.

Ledningsnet: Max. 1 FTU.

Lugt og smag

Drikkevand skal være velsmagende og frit for lugt, bortset fra lugt og smag af eventuel klor. Lugt og smag angives på vandanalysen som en subjektiv bedømmelse.

Temperatur

For høj temperatur på drikkevandet påvirker smagsindtrykket og kan give risiko for bakterievækst. Der er ikke vandkvalitetskrav til temperaturen, men en bemærkning i bekendtgørelsen: "Det bør tilstræbes, at vandet højst er 12° C ved taphanen".

pH

pH er et udtryk for vandets surhedsgrad, således at en pH-værdi på 7 svarer til neutral

reaktion, over 7 er vandet basisk eller alkalisk, og under 7 er det surt.
Afgang, værk: 7-8,5.

Ledningsevne

Ledningsevne eller konduktivitet er som inddampningsresten (se nedenfor) et udtryk for vandets indhold af opløste salte og benyttes som en hurtigmetode til kontrol af saltindhold.

Afgang, værk: Min. 30 mS/m.

Ledningsnet: Min. 30 mS/m.

NVOC

NVOC er en engelsk forkortelse for Non Volatile Organic Carbon - ikke flygtigt organisk kulstof - og er en såkaldt samleparameter, det vil sige en størrelse, der angiver forekomst af flere forskellige stoffer eller stofgrupper, hvori kulstof indgår som organisk kulstof. Som oftest er NVOC udtryk for naturlig forekomst af blandt andet humusstoffer, men kan også være et tegn på forurening. NVOC erstatter det tidligere målte "permanganattal".

Afgang, værk: Max. 4 mg C/l.

Ledningsnet: Max. 4 mg C/l.

Inddampningsrest

Inddampningsresten er et samlet udtryk for vandets indhold af opløste salte. Det er karakteristisk, at grundvand har en højere værdi end overfladevand. Et vist indhold af salte medvirker til at gøre vandet velsmagende, men overskrides kravværdien, er vandet som regel ikke anvendeligt til drikkevand.

Afgang, værk: Max. 1500 mg/l.

Ledningsnet: Max. 1500 mg/l.

Calcium, Ca²⁺

Calcium er en hårdhedsdanner sammen med magnesium, og der stilles ikke separate krav, men en bemærkning i bekendtgørelsen: "Indholdet bør ikke overstige 200 mg/l".

Magnesium, Mg²⁺

Magnesium er en hårdhedsdanner sammen med calcium. For højt indhold kan give smagsproblemer og kan virke svagt afførende.

Afgang, værk: Max. 50 mg Mg/l.

Ledningsnet: Max. 50 mg Mg/l.

Hårdhed, totalt

Som nævnt bestemmer calcium og magnesium vandets totale hårdhed - et stort indhold giver hårdt vand, et lille blødt vand. Hårdheden opgives i tyske hårdhedsgrader, ° dH, og vandet kan karakteriseres efter følgende skala:

0°-4° dH	meget blødt
4°-8° dH	blødt
8°-12° dH	middelhårdt
12°-18° dH	temmelig hårdt
18°-30° dH	hårdt
over 30° dH	meget hårdt

Blødt vand kan give korrosionsproblemer, mens hårdt vand medfører større sæbeforbrug og kalkudfældninger. Der stilles ikke separate vandkvalitetskrav til hårdheden, men en bemærkning i bekendtgørelsen: "Vandets hårdhed bør ligge mellem 5° og 30° dH".

Natrium, Na⁺

Natrium forekommer som regel sammen med klorid eller bikarbonat, afhængig af vandtypen. Forhøjet natriumindhold giver saltsmag og indvirker muligvis på blodtrykssygdomme.

Afgang, værk: Max. 175 mg Na/l.

Ledningsnet: Max. 175 mg Na/l.

Kalium, K⁺

Forekomst af kalium i drikkevand kan være tegn på forurening, men der er i øvrigt ingen smags- eller sundhedsmæssige ulemper ved forhøjet kaliumindhold.

Afgang, værk: Max. 10 mg K/l.
Ledningsnet: Max. 10 mg K/l.

Ammonium, NH₄⁺

Forekomst af ammonium kan være tegn på forurening, men har ofte andre årsager. Råvandets ammoniumindhold vil ved korrekt vandbehandling omsættes via nitrit til nitrat under ret stort iltforbrug og medvirken af mikroorganismer. I rentvand i kemisk balance bør der ikke forekomme ammonium, da en eventuel ufuldstændig omsætning vil fortsætte ukontrolleret på ledningsnettet med blandt andet nitritdannelse til følge. Hvis vandet ikke filtreres på vandværket, kan ammoniumindhold op til 0,50 mg/l accepteres, men nitrit skal i så fald kontrolleres på ledningsnettet. Ved vandbehandling med filtrering er kravet:
Afgang, værk: Max. 0,05 mg NH₄/l.
Ledningsnet: Max. 0,05 mg NH₄/l.

Jern, Fe

Jern er det stof, som man først og fremmest ønsker at fjerne ved vandbehandlingen, idet for højt indhold i det rene vand giver de mest iøjnefaldende gener: aflejringer i ledningsnet og armaturer, gener ved tøjvask og ved afsætninger i kummer og vaske, dårlig smag og uklarhed. Forhøjet jernindhold er dog sjældent sundhedsskadeligt, selv om der under uheldige omstændigheder - iltfrie forhold - kan skabes mulighed for vækst af jernbakterier. Visse steder i landet kan jernet være humint bundet - det vil sige bundet til organiske humussyrer, og det kan da være vanskeligt ved en traditionel luftning og filtrering at fjerne jernet fuldstændig.
Afgang, værk: Max. 0,1 mg Fe/l.
Ledningsnet: Max. 0,2 mg Fe/l.

Mangan, Mn

Mangan forekommer ofte sammen med jern og forårsager lignende ulemper som jern (se ovenfor), men i mindre mængde. Mangan på

ledningsnettet kan vise sig som et sort, lidt olieagtigt fedtet stof. Det behandlede vand bør derfor være helt manganfrit.

Afgang, værk: Max. 0,02 mg Mn/l.
Ledningsnet: Max. 0,05 mg Mn/l.

Bikarbonat, HCO₃⁻

Bikarbonatindholdet er forbundet med begrebet "forbigående hårdhed", idet den del af hårdhedsdannerne (se "Calcium" og "Magnesium"), der forekommer som især calcium-bikarbonat vil kunne fjernes fra brugsvandet ved kogning og udfældes som kedelsten. Der er intet vandkvalitetskrav til bikarbonat, men da et vist indhold er af betydning for vandets pH, er der en bemærkning i bekendtgørelsen: "Indholdet bør være over 100 mg/l".

Klorid, Cl

For højt kloridindhold kan give smagsproblemer - vandet smager salt ved ca. 400 mg/l, risiko for korrosion med deraf følgende opløsning af tungmetaller, tæring i varmtvandssystemer med mere. Specielt i Danmark, hvor der er mulighed for saltvandsindtrængning og saltholdige jordlag, er det vigtigt at holde kloridindholdet i hver enkelt boring under kontrol.
Afgang, værk: Max. 250 mg Cl/l.
Ledningsnet: Max. 250 mg Cl/l.

Sulfat, SO₄²⁻

Forhøjet sulfatindhold kan som klorid give smagsproblemer samtidig med, at det i forbindelse med magnesium virker afførende. Desuden kan sulfat under uheldige omstændigheder reduceres til den ildelugtende og giftige luftart svovlbrinte, for eksempel under iltfrie forhold i varmtvandssystemer.
Afgang, værk: Max. 250 mg SO₄/l.
Ledningsnet: Max. 250 mg SO₄/l.

Nitrat, NO₃⁻

For stort indhold af nitrat i drikkevand kan være sundhedsskadeligt, navnlig for spædbørn, idet nitrat i børns fordøjelsessystem bevirker, at ilttilførslen via de røde blodlegemer nedsættes, og børnene bliver "cyanotiske" - "blå" - børn. Der er desuden påvist en vis forøgelse i antallet af mavekræfttilfælde hos patienter fra områder med forhøjet nitratindhold i drikkevandet. Nitrat i rentvand, i mængder mindre end 5-10 mg/l, er normalt og stammer som regel fra ammoniumomsætning (se "Ammonium"). Nitrat i råvand kan - sammen med forekomst af nitrit - være tegn på forurening, og vandet må i så fald vurderes med omtanke. Visse steder i landet kan forekomst af nitrat dog være af geologisk oprindelse, blandt andet på grund af nedsivning gennem jordlag, der ikke reducerer eller tilbageholder nitrat. Det er da vigtigt at holde skærpet opsyn med vandets mikrobiologiske tilstand, fordi organiske mikroforureninger, specielt pesticider, så også vil kunne forekomme.

Afgang, værk: Max. 50 mg NO₃/l.

Ledningsnet: Max. 50 mg NO₃/l.

Nitrit, NO₂⁻

Nitrit i vand er som regel en ustabil forbindelse, der stammer fra omdannelse af ammonium på den ene eller anden måde. Hvis nitrit påvises, selv som spor, i en frisk prøve af råvand, er det tegn på forurening og mikrobiologisk aktivitet. Forekomst af nitrit i rentvand behøver derimod ikke at betyde forurening, men kan forekomme under visse driftsforhold. Det nævnes i bekendtgørelsen som en mulighed som følge af fornyelse af filtermaterialer med tilføjelsen: "men bør indskrænkes mest muligt". Højt nitritindhold kan i øvrigt virke hæmmende på blodets iltoptagelse.

Afgang, værk: Max. 0,01 mg NO₂/l, dog tillades op til 0,10 mg NO₂/l, hvis kravet på ledningsnet er opfyldt.

Ledningsnet: Max. 0,10 mg NO₂/l.

Totalt fosforindhold, P

Forekomst af fosfor i såvel råvand som rentvand kan være tegn på forurening - som følge af tilløb af overfladevand/spildevand, men kan også have en geologisk oprindelse. I navnlig dybe borer med et vist jernindhold vil en del af jernet ofte være bundet som fosfat, som i så fald vil blive tilbageholdt i filtrene, hvis disse fungerer tilfredsstillende. Der bør derfor ikke forekomme fosfor i rentvand, ej heller som spor. Bemærk, at parameteren angiver indholdet af fosfor P, hvor den tidligere kunne være opgivet som fosfat PO₄³⁻.

Afgang, værk: Max. 0,15 mg P/l.

Ledningsnet: Max. 0,15 mg P/l.

Fluorid, F

Indhold af fluorid i drikkevand virker forebyggende over for caries - huller i tænderne, og tandlæger mener, at det gunstigste indhold til dette formål er cirka 1,2 mg/l. Til gengæld anses et blot lidt højere indhold for at være sundhedsskadeligt.

Afgang, værk: Max. 1,5 mg F/l.

Ledningsnet: Max. 1,5 mg F/l.

Ilt, O₂

Som beskrevet under de foregående parametre iltes vandet under vandbehandlingen for at kunne frafiltrere jern og mangan samt omdanne ammonium, og denne iltning skal være så kraftig, at der på ledningsnettet stadig er 5 mg/l ilt tilbage. Ilten sikrer vandets velsmag og forhindrer vækst af bakterier, der kan vokse under iltfrie - anaerobe - forhold.

Ledningsnet: Min. 5 mg O₂/l.

Aggressiv kuldioxid, CO₂

Aggressivt grundvand - med indhold af aggressiv CO₂ - forekommer især i Jylland, hvor jorden er kalkfattig samt i overfladevand

med lavt saltindhold. Fælles for begge vandtyper er lav hårdhed og pH. Vandet skal behandles, så det færdige vand ikke indeholder aggressiv CO₂, som kan virke tærende på jern og beton. Derimod kan vandet godt indeholde en vis mængde fri kuldioxid, der medvirker til at give vandet en frisk smag. Mængden er i øvrigt afhængig af ligevægten bikarbonat/karbonat og pH. Afgang, værk: Max. 2 mg aggressiv CO₂/l (ikke målelig). Ledningsnet: Max. 2 mg aggressiv CO₂/l (ikke målelig).

Svovlbrinte, H₂S

Svovlbrinte er en ildelugtende - som rådne æg - og giftig luftart, der forekommer i visse råvandstyper, og som skal fjernes tidligt i vandbehandlingen ved iltning. Som beskrevet under "Sulfat", kan svovlbrinte opstå under uheldige forhold på ledningsnettet navnlig i varmt vand. Afgang, værk: Max. 0,05 mg H₂S/l (ikke målelig). Ledningsnet: Max. 0,05 mg H₂S/l (ikke målelig).

Metan, CH₄

Metan er en lugtløs, eksplosiv luftart, der forekommer i råvandet visse steder i landet. Den skal fjernes tidligt i vandbehandlingen ved luftning eller blæsning, da den kan give især bakteriologiske problemer i vandværket. Afgang, værk: Max. 0,01 mg CH₄/l (ikke målelig). Ledningsnet: Max. 0,01 mg CH₄/l (ikke målelig).

Mikrobiologiske parametre

Coliforme bakterier

Denne gruppe bakterier er som regel ikke sygdomsfremkaldende i sig selv, men trives de samme steder som de sygdomsfremkaldende bakterier og kaldes

derfor "indikatorbakterier". Påvisning af coliforme bakterier tages som et tegn på forurening, og ved forekomst skal der foretages yderligere undersøgelser. Afgang, værk: i.m. pr. 100 ml (ikke målelig). Ledningsnet: i.m. pr. 100 ml (ikke målelig).

Escherichia coli (E. coli)

E. coli forekommer i varmblodede dyrs og menneskers tarmkanal, og forekomst i drikkevand indikerer en frisk forurening med tilløb fra kloak, septiktank, mødding, gylletanke og lignende med deraf følgende risiko for tilstedeværelse af sygdomsfremkaldende bakterier. Parameteren blev i tidligere bekendtgørelser kaldt "Termotolerante coliforme bakterier". Afgang, værk: i.m. pr. 100 ml (ikke målelig). Ledningsnet: i.m. pr. 100 ml (ikke målelig).

Kimtal ved 37° C

Bakterier, der kan vokse ved legemstemperatur, kan være sygdomsfremkaldende eller ledsaget af sygdomsfremkaldende bakterier, og der har aldrig været tolereret mere end et par stykker i godt drikkevand, når det forlader vandværket. På ledningsnettet kan højere værdier forekomme, navnlig i store installationer. Afgang, værk: Max. 5 pr. ml. Ledningsnet: Max. 20 pr. ml.

Kimtal ved 22° C

Dette kimtal giver udtryk for antallet af "kuldeelskende" bakterier - jord- og vandbakterier, forrådnelsesbakterier med flere, der kan være naturligt forekommende i naturen, og som lever af vandets indhold af organisk stof. De er sjældent sygdomsfremkaldende, men må dog ikke forekomme i for stor mængde, blandt andet af hensyn til svage personer. Det er vigtigt at iagttage pludselige ændringer i kimtallet. Kimtallet blev tidligere målt som "Kimtal ved

21° C", men det er den samme gruppe bakterier, der vokser frem.

Afgang, værk: Max. 50 pr. ml.

Ledningsnet: Max. 200 pr. ml.

Enterokokker

Enterokokker er tarmbakterier - fækale streptokokker, og forekomst indikerer lige som E. coli fækal forurening med vand fra kloak, mødding eller lignende. Efter en overgangsperiode på to år måles enterokokker kun ved forekomst af E. coli.
Afgang, værk: i.m. pr. 100 ml (ikke målelig).
Ledningsnet: i.m. pr. 100 ml (ikke målelig).

Clostridium perfringens, herunder sporer

Clostridium perfringens er en sporedannende tarmbakterie, der ved forekomst indikerer en ældre fækal forurening. Parameteren skal kun bestemmes ved overfladevandspåvirkning.
Afgang, værk: i.m. pr. 50 ml (ikke målelig).
Ledningsnet: i.m. pr. 50 ml (ikke målelig).